

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K08122

研究課題名(和文)放射線画像認識技術を用いた死後画像の特定に関する研究

研究課題名(英文)Identification of postmortem images based on radiographic recognitions

研究代表者

杜下 淳次(MORISHITA, JUNJI)

九州大学・医学研究院・教授

研究者番号：40271473

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者は、法医学病理学者や歯科医師と、研究期間中に「放射線画像認識技術を用いた死後画像の識別」について、以下の方法を検討しました。

1)半自動頭部CT画像の位置補正技術の開発と改良、2)死後CT画像における位置決め画像の活用、3)死後頭部X線画像から歯根を観察できる画像の利用、4)胸部X線画像からの骨画像の作成と人工知能の活用、5)CT画像の胴体から体内に埋め込まれた金属の検出、5)頭部の2次元シルエット画像による性差化その結果、法医学病理学の分野において、人工知能を用いて個人識別や身元不明の遺体の候補を絞り込む新たな可能性を示しました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はDNA鑑定や歯科診療情報の適合によるご遺体の同定に時間がかかるなど困難なときを想定し、多数のご遺体の性別判定や個人認識をX線画像だけを用いて行う技術を開発するものである。本研究で試した技術は、大規模な災害によって多数の犠牲者が出たときに、人の手でも災害現場に搬入可能な移動型X線撮影装置または肺がん検診にも使われているような移動型CT装置を利用してX線画像を撮影し、ご遺体を傷つけることなく身元不明者候補のご遺体の絞り込みや個人を特定する新しい試みである。今後発生する大規模災害による犠牲者に対して活用できる技術の可能性と実用性を探ったことに社会的な意義がある。

研究成果の概要(英文)：The principal investigators, in collaboration with forensic pathologists and dentists, examined the following methods for "identification of post-mortem images using radiological image recognition technology" during the research period.

1) Development and improvement of positioning correction technology for semi-automatic head CT images, 2) Utilization of positioning images in postmortem CT images, 3) Use of images that can observe tooth roots from postmortem head X-ray images, 4) Creation of bone images from chest X-ray images and use of artificial intelligence, 5) Detection of metal implanted in the body from the trunk of CT images, 5) Gender differentiation by two-dimensional silhouette images of the head. As a result, we showed that there is a new possibility for the use of artificial intelligence in the field of forensic pathology to narrow down candidates for personal identification and unidentified remains.

研究分野：放射線画像技術学

キーワード：放射線画像技術学 法病理学 個人識別 性別推定 人工知能

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

「放射線画像認識技術を用いた死後画像の特定に関する研究」の背景は以下の4つが挙げられる。1)未曾有の大規模災害の発生とその災害犠牲者の特定を迅速に行う技術の開発が必要なこと、2)研究代表者は放射線画像から特定の個人を認識する技術の研究を長年にわたり実施していること、3)日本は世界最高レベルの医療先進国であり日本人の多くはX線撮影やcomputed tomography(CT)撮影など医療画像の撮影記録がありこれらの過去に診療目的で撮影した画像を災害時の個人識別の手段として利用できる可能性があること、4)死後の画像だけから個人識別を可能とする技術は、現在の医療現場で人的エラーによる患者撮影違いを未然に防ぐ技術に繋がること。

### 2. 研究の目的

画像処理技術の改良が進み、さらに近年では人工知能技術が各段に進化しており、研究代表者がこれまでに知見が得られたX線写真の個人識別の研究に改良を加え、さらに新しい人工知能技術を組み入れることでコンピュータによる自動的で迅速な放射線画像(デジタルX線写真、CT画像、歯科X線写真)の照合技術の開発と、個人識別や性別推定を試みることを目的とする。

### 3. 研究の方法

主に使用した画像は、研究代表者が保有する胸部単純X線画像、山口大学病院で撮影された体幹部CT画像、そして死後画像は過去に法医学で扱った頭部CT画像337症例(男性203名、女性134名)を使用した。症例は18歳から97歳まで含み、平均年齢は58.5歳のデータベース画像である。以下の項目を検討した。

・死後に撮影した頭部CT画像のポジショニング補正技術開発：死後に撮影する頭部CT撮影では生前で撮影するCT撮影のようにポジショニングが統一されておらず、これを補正するために、yaw, pitch, roll方向に頭部を補正するアルゴリズムの開発を開発(研究成果1)。

・生体指紋(biological fingerprint, 以下BF)を利用した個人識別：CT撮影時の最初に撮影する位置決め画像の局所特徴量を新しい生体指紋情報として利用する個人識別の試み(研究成果2)。

・体幹部CT撮影における位置決め画像(scout画像)からの体内金属の検出：CTスカウトビューはCT画像と比較して金属アーチファクトの影響をあまり受けないことに着目し、死後CT撮影のスカウトビューで身体を大まかな3つの部分に分類する簡単な方法を示した(研究成果3)。

・身元不明なご遺体の個人識別に関する放射線技術の活用についての考察：個人識別のための生体認証の歴史から生体指紋技術の現状、およびコンピュータ断層撮影や磁気共鳴画像法などの医療画像処理における患者認証についてまとめた総説(研究成果4,5)。

・側頭骨含気腔の体積を利用した個人識別：死後のコンピュータ断層撮影(PMCT)画像から抽出した乳様突起気細胞(MAC)の体積分析の有用性を明らかにしている。死亡者の特徴を明らかにするために61枚の日本人PMCT画像のMAC体積を、ハウズフィールド単位で閾値処理した後、各人の右側と左側のボクセル数とボクセルサイズに基づいて測定、左右のMACの体積差と性別を調べる(研究成果6)。

・CT体幹部新しい生体指紋を利用する患者確認：同じ患者の胴体のコンピュータ断層撮影(CT)のさまざまなスキャン範囲の画像に対して迅速かつ信頼性高く検証するための高度な生物学的指紋技術を提案した研究で、たとえ同じ患者で異なるスキャンでも、検査中の患者が正しいかどうかを即時に検証できる手法を提案した(研究成果7)。また、畳み込みニューラルネットワーク(DCNN)に基づくディープメトリックラーニングを使用し、2枚の検査対象画像が同一人物か否かの検証と識別のための研究で、人為的ミスによる医療過誤の可能性を減らすための自動患者識別の開発である(研究成果8)。

・死後頭部CT画像のシルエット画像と人工知能技術を利用した性別判定：大規模災害で多数のご遺体の個人識別にはDNA鑑定を用いると正確性に判定できるが、時間を要する。そこで、この研究では2次元の頭部シルエット画像と深層学習を組み合わせて男性か女性であるかの性別推定を提案しており、マウイ島で発生した火災事故で体表面が黒化したご遺体の性別による候補者の絞り込みに利用できる手法を示した(研究成果9, 2024年5月現在、査読中)。

#### 4 . 研究成果

本研究課題で得られた成果を以下に示す（下線は当該研究の研究代表者または研究分担者）。2020年から2023年までの期間，新型コロナウイルスの感染拡大のため，国際会議での発表は控えたが論文9編として公開できた。

(1) Yusuke Kawazoe, Junji Morishita, Yusuke Matsunobu, Miki Okumura, Seitaro Shin, Yosuke Usumoto, Noriaki Ikeda. A simple method for semi-automatic readjustment for positioning in post-mortem head computed tomography, Forensic Radiology and Imaging, 2019; 16: 57-64.

(2) Ueda Y, Morishita J, Hongyo T. Biological fingerprint using scout computed tomographic images for positive patient identification. Med Phys. 2019 Oct;46(10):4600-4609. doi: 10.1002/mp.13779. Epub 2019 Sep 6.

(3) Yuya Wada, Junji Morishita, Yongsu Yoon, Miki Okumura, Noriaki Ikeda. A simple method for automatic classification of body parts and detection of implanted metal using postmortem computed tomography scout view, Radiation Physics and Technology, 2020.07.

(4) Junji Morishita and Yasuyuki Ueda, New solutions for automated image recognition and identification: challenges to radiologic technology and forensic pathology. Radiological Physics and Technology (RPT), 10.1007/s12194-021-00611-9, 14, 2, 123-133, 2021.06

(5) Junji Morishita, Noriaki Ikeda, Yasuyuki Ueda, Yongsu Yoon, Akiko Tsuji. Personal identification using radiological technology and advanced digital imaging: Expectations and challenges, Journal of forensic Research, 12, 8, 2021.08

(6) Koji OURA, Noriaki IKEDA, Yongsu YOON, Toyoyuki KATO, Junji MORISHITA. Potential for personal identification using the volume of the mastoid air cells extracted from post mortem computed tomographic images, Legal Medicine, 10.1016/j.legalmed.2022.102060, 58, 2022.04

(7) Ueda Y, Morishita J, Kudomi S. Biological fingerprint for patient verification using trunk scout views at various scan ranges in computed tomography. Radiol Phys Technol. 2022 Dec;15(4):398-408.

(8) Yasuyuki Ueda, Junji Morishita. Patient Identification Based on Deep Metric Learning for Preventing Human Errors in Follow-up X-Ray Examinations Journal of Digital Imaging 36(5) 1941-1953 2023

(9) Tomoyuki Seo, Yongsu Yoon, Yeji Kim, Yosuke Usumoto, Nozomi Eto, Yukiko Sadamitsu, Rio Tadakuma, Junji Morishita. Sex Estimation using Skull silhouette images from post mortem computed tomography by deep learning, Submitted February, 2024

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Koji OURA, Noriaki IKEDA, Yongsu YOON, Toyoyuki KATO, Junji MORISHITA	4. 巻 58
2. 論文標題 Potential for personal identification using the volume of the mastoid air cells extracted from post mortem computed tomographic images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Legal Medicine	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.legalmed.2022.102060	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Junji MORISHITA, Yasuyuki UEDA	4. 巻 14
2. 論文標題 New solutions for automated image recognition and identification: Challenges to radiologic technology and forensic pathology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 123-133
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12194-021-00611-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Junji Morishita, Noriaki Ikeda, Yasuyuki Ueda, Yongsu Yoon, Akiko Tshuji	4. 巻 12-8
2. 論文標題 Personal identification using radiological technology and advanced digital imaging: Expectations and challenges	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of forensic Research ISSN: 2157-7145	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 杜下 淳次, 上田 康之	4. 巻 8
2. 論文標題 最近のRPT誌レビュー論文から：放射線診療関連技術および法病理学における自動画像認識および自動識別技術	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会雑誌	6. 最初と最後の頁 876-878
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11323/jjmp.41.3_158	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Junji MORISHITA Yasuyuki UEDA	4. 巻 March
2. 論文標題 New solutions for automated image recognition and identification: challenges to radiologic technology and forensic pathology	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-021-00611-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasuyuki Ueda, Junji Morishita, Tadashi Hongyo	4. 巻 46(10)
2. 論文標題 Biological fingerprint using scout computed tomographic images for positive patient identification	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Physics	6. 最初と最後の頁 4600-4609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mp.13779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 金 禮志、ユン ヨンス、杜下淳次、池田典昭、
2. 発表標題 深層学習を用いた個人識別のための死後 CT 画像からの骨の抽出
3. 学会等名 第78回 日本放射線技術学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 品川晴哉、杜下淳次、池田典昭
2. 発表標題 死後に撮影した X 線 CT の位置決め画像からの体内埋め込み金属の検出
3. 学会等名 第78回 日本放射線技術学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hyuma KAMEKAWA, Noriaki IKEDA, Junji MORISHITA
2. 発表標題 Creation of pseudo-panorama dental images from postmortem X-ray CT imaging
3. 学会等名 Korean Society of Radiation Science (KSRS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruya Shinagawa, Junji Morishita, Yeji Kim, Noriaki Ikeda
2. 発表標題 Detection of implanted metals using local features from scout images of postmortem computed tomography
3. 学会等名 Korean Society of Radiation Science (KSRS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yeji Kim, Yongsu Yoon, Junji Morishita, Haruya Shinagawa, Yusuke Matsunobu, Noriaki Ikeda
2. 発表標題 Segmentation of bone structures in post-mortem computed tomography imaging by U-Net for personal identification
3. 学会等名 Korean Society of Radiation Science (KSRS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yeji Kim, Yongsu Yoon、松延佑将、品川晴哉、衛藤 希、白元 洋介、池田 典昭、杜下淳次
2. 発表標題 PMCTから再構築した2次元投影画像と深層学習を用いた骨抽出に関する研究
3. 学会等名 第72次 日本法医学会学術九州地方集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 品川 晴哉、#Yeji Kim、Yongsu Yoon、松延 佑将、衛藤 希、白元洋介、池田 典昭、杜下 淳次
2. 発表標題 Harris関数を用いたPMCTのスカウト画像からの体内埋め込み金属の検出
3. 学会等名 第72次 日本法医学会学術九州地方集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀬尾友之、Yongsu Yoon、Yeji Kim、池田典昭、衛藤 希、白元洋介、杜下淳次
2. 発表標題 頭蓋骨の形態情報の活用による性別推定：深層学習の利用
3. 学会等名 第72次 日本法医学会学術九州地方集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruya SHINAGAWA, Junji MORISHITA, Miki OKUMURA, Noriaki IKEDA
2. 発表標題 Personal identification using local features from scout images of postmortem computed tomography: a pilot study
3. 学会等名 KOREA SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yeji KIM, Yongsu YOON, Junji MORISHITA
2. 発表標題 An automated extraction method of chest X-ray radiography-like two-dimensional image from the scout-view image of postmortem computed tomography for personal identification
3. 学会等名 KOREA SOCIETY OF RADIOLOGICAL SCIENCE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yeji Kim, Yongsu Yoon, and Junji Morishita
2. 発表標題 Study abroad in Japan and my current research for personal identification using post-mortem computed tomography in forensic pathology
3. 学会等名 The 49th Autumn Scientific Congress of the Japanese Society of Radiologic Technology
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Ozaki, Junji Morishita, Yoichiro Shimizu, Sasaki Yasuo, Yuya Yamashita, Yongsu Yoon, Hidetake Yabuuchi.
2. 発表標題 Usefulness of novel temporal subtraction technique with small region of interest for finding suspicious lung nodule on digital chest radiographs
3. 学会等名 AAPM (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下雄也, 杜下淳次, 奥村美紀, Yoon Yongsu, 池田典昭
2. 発表標題 死後の頭部X線CT画像のポジショニング補正法の改良
3. 学会等名 第104回日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下雄也, 衛藤 希, Yoon Yongsu, 山添淳一, 杜下淳次
2. 発表標題 死後頭部X線CT画像に対する上顎歯根部描出法の開発
3. 学会等名 日本法医学会学術九州地方集会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 尾崎 誠, 杜下淳次, 清水陽一郎, 佐々木康夫, 山下雄也, 藪内英剛
2. 発表標題 局所的な関心領域を差分する新たな差分処理による肺門部の病変描出の向上
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下雄也, 衛藤 希, 尾崎 誠, Yoon Yongsu, 川添優介, 奥村美紀, 池 典昭, 杜下淳次
2. 発表標題 ドイツ水平線に合わせる死後頭部X線CT画像の半自動ポジショニング補正法の歯根部観察への応用
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 品川晴哉, 杜下淳次, 尾崎 誠, 山下雄也, 城 拓真, 辻 麻里奈, 高島みゆう
2. 発表標題 死後に撮影したCTのスカウト画像を用いた体内埋め込み金属の局所特徴量の抽出
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 城 拓真, Yoon Yongsu, Kim Yeji, 尾崎 誠, 山下雄也, 杜下淳次
2. 発表標題 胸部単純X線画像を用いた年齢推定AIにおける非対称学習データの影響
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kim Yeji, Yoon Yongsu, 城 拓真, 杜下淳次
2. 発表標題 身元確認のための死後CT位置決め画像を用いた胸部単純X線画像作成
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 和田祐耶, 杜下淳次, 奥村美紀, Yoon Yongsu, 池田典昭
2. 発表標題 死後CT位置決め画像の部位大別に関する研究
3. 学会等名 医用画像情報学会
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	Yoon Yongsu  (Yoon Yongsu)  (00816861)	九州大学・医学研究院・助教    (17102)	
研究分担者	池田 典昭  (Ikeda Noriaki)  (60176097)	九州大学・医学研究院・教授    (17102)	
研究分担者	奥村 美紀  (Mokumura Miki)  (90820671)	九州大学・医学研究院・助教    (17102)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------